Pflanzenschutz Berichte

Herausgegeben von der

Bundesanstalt für Pflanzenschutz Wien

Schriftleiter:
Dr. FERDINAND BERAN, Wien

VI. Band, 1951, Heft 9/10

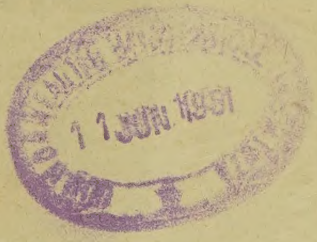
INHALT

Dr. Otto Watzl †

Otto Watzl und Otto Böhm: Über ein sicheres Merkmal zur Unterscheidung der Eier von Leptinotarsa decemlineata Say und Coccinella septempunctata L.

Ernst Florey: Untersuchungen über den Wirkungsmechanismus von Insektiziden

Referate



Im Selbstverlag der Bundesanstalt für Pflanzenschutz

Wien

Marke ges. gesch.

Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel

Amtl. Pfl. Reg. Nr. 69

Gesarol 50 wird 0·2%ig angewendet;
kombiniert mit

A-Tetrabar 1%ig zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten und Roter Spinne

F. JOH. KWIZDA — CHEM. FABRIK

WIEN I., Dr. KARL LUEGERRING 6, FERNRUF U 23-5-90 bis 93

PFLANZENSCHUTZSTELLE UND RINGDROGERIE

WIEN I., Dr. KARL LUEGERRING 6, FERNRUF U 23-5-90 bis 93

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 1

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

VI. BAND	MAI 1951	HEFT 9/10

Dr. Otto Watzl †

Am 3. April 1951 ist der Leiter der zoologischen Abteilung der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien, Dr. Otto Watzl, unerwartet gestorben. Allzufrüh wurde uns damit ein Mitarbeiter entrissen, dessen gediegene entomologische sowie allgemein-biologische Kenntnisse und jahrzehntelange Erfahrungen ihn befähigten, maßgeblich an der Schaffung der wissenschaftlichen Grundlagen mitzuwirken, auf denen die praktische Pflanzenschutzarbeit in Österreich fußt.

Dr. Otto Watzl wurde am 11. Juni 1896 in Wien geboren, absolvierte daselbst die Mittelschule und studierte nach Ableistung seiner Militärdienstpflicht (1915—1918) an der Universität Wien Naturwissenschaften mit Zoologie als Hauptfach; am 25. April 1922 erfolgte seine Promotion zum Dr. phil.

Nach einjähriger Betätigung als Mittelschullehrer trat Dr. Otto Watzl im Jahre 1923 in die Dienste der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien, der er bis zu seinem Ableben ohne Unterbrechung angehörte.

Dr. Otto Watzl bearbeitete verschiedenste Fragen des wissenschaftlichen Pflanzenschutzes und seine Arbeiten fanden in zahlreichen Publikationen ihren Niederschlag. Vor allem galten viele seiner Untersuchungen ökologischen Fragen, die Watzl immer wieder beschäftigten und die er mit der ihm eigenen Subtilität und Gewissenhaftigkeit und mit dem Blick des Biologen, der auch bei Behandlung von Spezialfragen nie die großen Zusammenhänge in der Natur übersieht, bearbeitete. Aus seiner wissenschaftlichen Tätigkeit seien vor allem die biologischen Studien über die San José-Schildlaus erwähnt, die die erste Veröffentlichung über den Entwicklungsverlauf dieses Schädlings in Mitteleuropa darstellen. Watzl widmete sich im besonderen auch Problemen, die mit Schädlingen des Feldbaues zusammenhängen. So sind ihm ein beachtenswerter Beitrag zur Biologie von Chlorops taeniopus (Weizenhalmfliege) und zahlreiche Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung von Zuckerrübenschädlingen zu danken. Zwischen den beiden Weltkriegen unternahm Dr. Otto Watzl eine Studienreise in den Kaukasus, als deren Ergebnis er eine Serie von Berichten über die Bäume und Sträucher des von der Baramba entwässerten Gebietes der

Chodschalgruppe und deren Blattkrankheiten veröffentlichte. Kurz vor dem zweiten Weltkrieg führte er Untersuchungen über die Biologie von Dasyneura triseti (Goldhafermücke), eines alpinen Grassamenschädlings, durch. Nach Kriegsschluß war er zunächst mit Untersuchungen über den Kartoffelkäfer befaßt und widmete sich dann wieder seinem alten Arbeitsgebiet, den Rübenschädlingen. Noch kurz vor seinem Ableben brachte er umfangreiche Untersuchungen über Chaetocnema tibialis (Rübenerdfloh) und Agrotis segetum (Wintersaateule) zum Abschluß.

Die Bundesanstalt für Pflanzenschutz betrauert in dem Dahingegangenen einen pflichtgetreuen, vielseitig bewährten und erfahrenen Mitarbeiter, der für den österreichischen Pflanzenschutz wertvolle Arbeit geleistet hat. Wir werden O. Watzl, an dessen Arbeitsergebnissen die jungen Kollegen nunmehr anknüpfen können, ein treues Gedenken bewahren. Die letzte Publikation aus seiner Feder, die er noch kurz vor seinem Tode gemeinsam mit O. Böhm vollendete, bringen wir in der heutigen Folge dieser Zeitschrift. F. Beran

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien)

Über ein sicheres Merkmal zur Unterscheidung der Eier von Leptinotarsa decemlineata Say. und Coccinella septempunctata L.

Von
Otto Watzl † und Otto Böhm

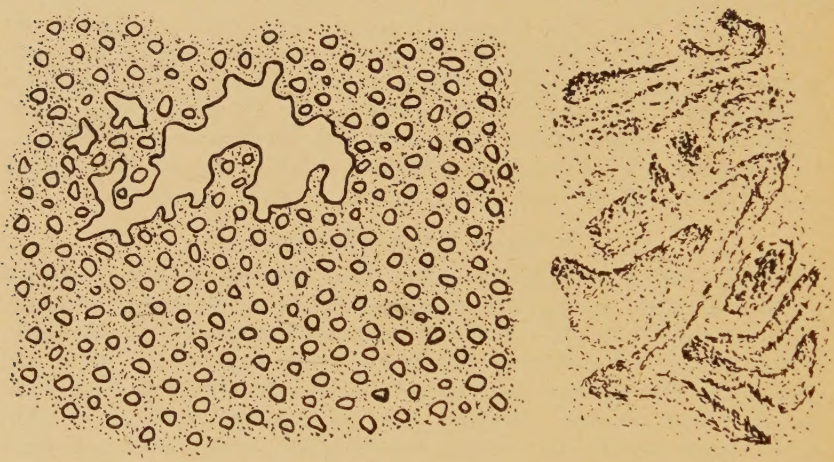
Coccinella septempunctata L. legt ihre Eier häufig an Kartoffelkraut ab. In solchen Fällen ist es nötig, sie einwandfrei von den Eiern des Kartoffelkäfers zu unterscheiden. Das Ei von L. decemlineata beschrieb u. a. Watzl (1947). Eine Charakteristik der Eier der Coccinellini findet sich bei Strouhal (1926). Die aus der Literatur bekannten Merkmale genügen nicht zur sicheren Unterscheidung. Die Praxis hat gezeigt, daß Größe, Gestalt, Färbung und Eizahl pro Gelege auf Grund ihrer Variationsbreite in vielen Fällen keine eindeutige Bestimmung ermöglichen. Auf die Schwierigkeit der Unterscheidung der Eier dieser beiden Käferarten haben auch Mühle und Herzog (1948) hingewiesen.

Eigene Untersuchungen

Die Eier des Kartoffelkäfers tragen über den Schichten des Chorion reichlich Zement, der in unregelmäßigen Schlieren die gesamte Eioberfläche überzieht (Abb.). Nach vorsichtiger Entfernung dieses Kittes erweist sich das Exochorion oberflächlich als vollkommen glatt und strukturlos. Die Eischale der Coccinellini bezeichnet Strouhal (1926) als glatt und schwach glänzend. Eine zellenartige Struktur erwähnt dieser Autor nur für die Gattung Subcoccinella. Beide Arten befestigen die Eier stehend auf der Blattoberfläche. Die Form der Kartoffelkäfereier ist länglich-oval, mit breit abgerundeten Enden. Die Eier des Marienkäfers sind gegen die Pole hin meist spitzer, kegelstumpfartig geformt. Dieses Merkmal und die meist geringere Größe ermöglichen manchmal ihre Zuordnung. Eine in allen Fällen sichere Unterscheidung ist aber nach einer eigenartigen Oberflächenbildung der Eier von C. septempunctata möglich, sowohl bei lebenden Eiern verschiedenen Alters, wie auch bei den Eihüllen eines Geleges nach dem Schlüpfen selbst nach jahrelanger trockener Aufbewahrung.

Bei 80- bis 100facher Vergrößerung zeigt sich auf der Oberfläche der Coccinella-Eier eine sehr feine, ziemlich regelmäßige Struktur, die zunächst auf wabenartigen Charakter hindeutet. Gleichzeitig beobachtet man, insbesondere unter dem Binokular, oberflächlich bunte Regenbogenfarben. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man jedoch eine größere Anzahl feinster, stark lichtbrechender Tröpfchen von runder, ovaler oder auch unregelmäßiger Gestalt, die dem Exochorion zwar

nicht streng regelmäßig, aber doch innerhalb bestimmter Abstände aufgelagert sind (Abb.). Mechanische Einwirkungen lassen diese Tropfen zusammenfließen (im oberen Teil des gezeichneten Präparates!) und stärkere Quetschung des Präparates einer leeren Eihaut erzeugt auf dem Objektträger Schlieren von fettartigem Aussehen. Der Durchmesser der erwähnten tropfenartigen Gebilde beträgt im Durchschnitt zwischen 0,9 bis 1,7 µ, bei einer mittleren gegenseitigen Entfernung von 1,5 bis 2,5 µ. Diese innerhalb der genannten Dimensionen gleichmäßig angeordnete Tropfenstruktur überzieht die gesamte Eioberfläche und ist nur an vorher berührten Stellen gestört. Sie läßt sich daher an allen Eiern und verlassenen Eihüllen von C. septempunctata bei mittelstarker Vergrößerung leicht nachweisen.



Oberflächenbild der Eier von Coccinella septempunctata L. (links) und Leptinotarsa decemlineata Say. (rechts).

Die beschriebenen Tröpfchen scheinen fettartige Stoffe zu enthalten. Konservierung von Eiern in 50%igem Alkohol über zwei Jahre lang hat diese Struktur nicht verändert. Während die übrige Eischale in Sudan Schwarz B bei kurzer Einwirkung nur hellgraue Färbung annimmt, adsorbieren die Tröpfchen den Farbstoff stark. Ihre Lichtbrechung ist bedeutend stärker als die der Umgebung, was auch die Bewegung der Becke'schen Linie beweist.

Die vorstehend beschriebenen, tropfenartigen Gebilde dürfen nicht mit dem Eizement verwechselt werden, der, wie die Kittsubstanz am basalen Eipol zeigt, in Struktur und optischem Verhalten ganz andere Eigenschaften besitzt. Die Tatsache der Ausbildung einer „flüssigen", an der Luft jedoch beständigen Oberflächenstruktur erscheint beachtenswert.

Zusammenfassung

Die häufig an Kartoffelkraut abgelegten Eier von Coccinella septempunctata L. unterscheiden sich von den Eiern des Kartoffelkäfers durch den Besitz einer aus zahlreichen kleinen, fettartigen Tröpfchen bestehenden Struktur an der Oberfläche des Exochorion. Natur und Ausbildung dieses Merkmals werden beschrieben.

Summary

The eggs of Coccinella septempunctata L., often deposited on potato plants, differ from the eggs of the Colorado potato beetle by showing, on the surface of the exochorion, a structure of numerous small fatlike drops. A description of the nature and the formation of these characteristics is given.

Schriftennachweis

Mühle, E. und Herzog, H. (1948): Verwechslungsmöglichkeiten des Kartoffelkäfers Leptinotarsa decemlineata Say und seiner Entwicklungsstadien mit anderen Insekten und deren Entwicklungsstadien. Die Pharmazie **3**, 327—329.

Strouhal, H. (1926): Die Larven der paläarktischen Coccinellini und Psylloborini. Arch. Naturgesch. **92**, A, 1—63.

Watzl, O. (1947): Vorstudien und Beobachtungen über die Entwicklung des Kartoffelkäfers in Österreich. Pflanzenschutzber. **1**, 33—48.

Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien

Untersuchungen über den Wirkungsmechanismus von Insektiziden

Von
Ernst Florey

Einleitung

Immer mehr schiebt sich ein Spezialgebiet der Physiologie in den Brennpunkt des Interesses: jener Zweig der Nervenphysiologie, der sich mit den nervösen Aktionssubstanzen befaßt.

Bislang ist in der Öffentlichkeit noch wenig von den vorliegenden epochemachenden Entdeckungen bekannt und auch in den Kreisen der biologischen Fachwissenschaftler weiß man vielfach noch recht wenig von dieser Sache, die nicht nur für die theoretische Wissenschaft von größter Wichtigkeit ist, sondern die vor allem auch für die Praxis der Medizin und — was uns hier besonders interessiert — der Schädlingsbekämpfung eine ungeheure Bedeutung hat.

Worum handelt es sich eigentlich? Man hat entdeckt, auf welche Weise die Nerven ihre spezifischen Wirkungen und Leistungen vollbringen. Es sei hier nur kurz skizziert, was unter Nervenwirkung zu verstehen ist: Die Fasern der sensiblen Nerven z. B. vermitteln die Sinneseindrücke dem Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark) und übertragen dort ihre jeweiligen Erregungen, die sie bei der Reizung der Sinnesorgane empfangen und weitergeleitet haben, auf andere Nervenzellen. Diese leiten nun ihrerseits die Erregungen den sogenannten effektorischen Neuronen zu, jenen Nervenzellen, deren lange Fortsätze (in Bündeln zu Nerven vereinigt) bis zu den Muskeln, den Drüsen, zum Darm und zum Herzen ziehen. Während die sensiblen Nerven die Empfindungen vermitteln und ihre Erregungen von der Peripherie zu den Nervenzentren leiten, bewirken die eben genannten effektorischen Neurone bestimmte Aktionen von Muskeln, Drüsen, Darm oder Herz, indem sie Erregungen von den Nervenzentren empfangen, zu den von ihnen versorgten Organen weiterleiten und in zunächst geheimnisvoller Weise auf die betreffenden Organe übertragen. Die motorischen Nerven bringen durch Erregungsübertragung die entsprechenden Muskeln zur Kontraktion und vermitteln dadurch die willkürlichen Bewegungen und die Fasern des vegetativen Nervensystems, beeinflussen die Funktion der unwillkürlich funktionierenden Drüsen, Verdauungsorgane und des Herzens. Es gibt zwei Sorten von vegetativen Nerven: solche, welche die Funktion der Organe fördern, und solche, welche sie hemmen.

Ganz allgemein kann man also sagen, daß die Nervenfunktion in der Erregungsleitung und in der Erregungsübertragung besteht. Wie die Erregungen in Nerven fortgeleitet werden, darüber haben wir heute nur Vermutungen. Es ist aber gelungen, den Mechanismus der Erregungsübertragung weitgehend aufzuklären.

Früher stellte man sich vor, daß die Nerven wie elektrische Leitungen funktionieren und daß von ihnen gebildete und weitergeleitete elektrische Ströme der wirksame Faktor der Nervenwirkung sind. Elektrische Ströme kleinster Ordnung sollten also die Muskelbewegung veranlassen, die Funktion der Drüsen steuern oder den Herzschlag regulieren.

Es ist das große Verdienst des österreichischen Physiologen und Pharmakologen Professor Loewi, erstmalig nachgewiesen zu haben, daß es weniger elektrische Vorgänge sind, als vielmehr bestimmte chemische Substanzen, welche die Nervenwirkung hervorbringen. Die Erregungsübertragung geschieht also in der Weise, daß an der Nervenendigung ein bestimmter Stoff gebildet wird, der nun das betreffende Organ beeinflußt oder aber, wie das im Rückenmark und im Gehirn der Fall ist, anschließende Nervenzellen erregt.

Die ersten Entdeckungen Loewis liegen nun dreißig Jahre zurück. Seither haben sich außer Loewi und seiner Schule zahlreiche Forscher — vor allem des Auslandes — mit der Aufklärung des Mechanismus der Erregungsübertragung befaßt. Zwei Stoffe konnten zunächst als Erregungssubstanzen identifiziert werden: Acetylcholin und Adrenalin. Ein Teil der vegetativen Nerven wirkt durch Adrenalin, so zum Beispiel die das Herz beschleunigenden Fasern. Der andere Teil der vegetativen Nerven überträgt seine Erregungen durch Acetylcholin (u. a. gehören dazu die den Herzschlag verlangsamenden Fasern). Auch die motorischen Nerven veranlassen die Muskelbewegungen durch Acetylcholinabscheidung. In Gehirn und Rückenmark, wo ja zahlreiche Nervenzellen sich gegenseitig beeinflussen und wo ein kompliziertes System von Erregungsübertragungen dauernd im Gange ist, bilden ebenfalls manche Zellen Acetylcholin und übertragen auf diese Weise ihre Erregungen auf andere Zellen. Neuerdings haben Dr. Hellauer und Professor Umrath (Graz) entdeckt, daß die sensiblen Nerven eine eigene Erregungssubstanz bilden (Hellauer, H. F. und Umrath, K. 1948), so daß wir nunmehr drei verschiedene Erregungssubstanzen kennen. Im Zentralnervensystem spielen hauptsächlich Acetylcholin und die „sensible Substanz" eine Rolle.

Die Erregungsübertragung durch chemische Substanzen scheint folgende Schwierigkeit zu bieten: die einmal gebildete Erregungssubstanz müßte ja ziemlich langdauernde Erregungen vermitteln, selbst wenn die Erregung des Nerven, der sie gebildet hat, schon längst vorüber ist, so daß es z. B. anstatt zu der gewollten raschen Handbewegung zu

einem anhaltenden Anspannen der betreffenden Muskeln käme. Auch sonst würde es im Nervensystem, vor allem in Gehirn und Rückenmark, zu ansteigender Erregung und zum Aufhören jeder geordneten Nervenfunktion — und damit zum Tode des Organismus kommen. Um das zu verhindern, gibt es aber bestimmte Fermente, welche die Erregungssubstanzen sogleich nach ihrer Entstehung zerstören. Ein fermentativer Abbau des Adrenalins findet wahrscheinlich nicht statt. Adrenalin kommt auch nur dort vor, wo es zu länger dauernden Reaktionen kommt. Das Acetylcholin wird durch das Ferment Cholinesterase zerstört und unwirksam gemacht. Sogleich mit dem Aufhören der Nervenerregung erlischt auch die Wirkung des betreffenden Nerven.

Ein anderes, bisher noch unbenanntes Ferment — wir wollen es hier als „sensibles Ferment" bezeichnen — zerstört die sensible Erregungssubstanz (Umrath, K. und Hellauer, H. F. 1948).

Die Kenntnis der Erregungssubstanzen erlaubt es, die Nervenwirkungen durch künstliche Zufuhr von Erregungssubstanz zu ersetzen oder zu verstärken. Man kennt heute auch eine Reihe von Stoffen, welche zwar chemisch von den Erregungssubstanzen verschieden sind, die aber bei künstlicher Anwendung die Rolle der Erregungssubstanzen übernehmen können. Diese sogenannten neuromimetischen Stoffe werden heute in der Medizin vielfach angewendet. (Übrigens ist z. B. das Nikotin eine solche Substanz.)

Bereits in den Zwanzigerjahren konnten Loewi und seine Mitarbeiter feststellen, daß das Acetylcholin spaltende Ferment Cholinesterase durch das aus der südamerikanischen Teufelsbohne gewonnene Alkaloid Eserin ausgeschaltet werden kann. Es konnten nun Hellauer und Umrath zeigen, daß das sensible Ferment durch die als Krampfgifte bekannten Stoffe Strychnin und Pikrotoxin (u. a.) wirkungslos gemacht wird (Hellauer, H. F. und Umrath, K., 1949).

Durch die Möglichkeit, Erregungssubstanzen künstlich zuzuführen, zu ersetzen und Fermente auszuschalten, sind wir nun in der Lage, die Funktionen einzelner Organe oder des ganzen Organismus weitestgehend zu beeinflussen.

Wir haben uns bisher mit den Verhältnissen befaßt, wie sie bei Wirbeltieren vorliegen. Die als Pflanzenschädlinge in Frage kommenden Organismen sind vor allem wirbellose Tiere, besonders die Insekten. Es ist klar: sobald wir über den Chemismus der Erregungssubstanzen und der sie abbauenden Fermente der Insekten Bescheid wissen, können wir auch Mittel finden, die es uns erlauben, nach Belieben die Funktionen des Insektenkörpers günstig oder ungünstig zu beeinflussen! (Für die Insektenbekämpfung kommt nur das letztere in Frage!) Da es sich bei Erregungssubstanzen wie Fermenten um Stoffe handelt, die schon in Spuren wirksam sind, genügen auch Spuren von anderen Substanzen, um an ihnen chemische Veränderungen zu erzielen.

Was wissen wir nun eigentlich über die Erregungssubstanzen wirbelloser Tiere? Besonders durch die Untersuchungen von Bacq, Smith, Welsh, Lissak, Gaskell und Wense wissen wir, daß — die Hohltiere (Quallen, Korallen) und Schwämme ausgenommen — bei so gut wie allen Tiergruppen das Acetylcholin als Erregungssubstanz motorischer und vegetativer Nerven vorkommt und daß auch Adrenalin im Tierreich weit verbreitet ist. In den Insektennerven ist sehr viel Acetylcholin enthalten und der Cholinesterasegehalt der Nerven und Muskeln ist auffallend hoch. Trotzdem konnte bisher noch nie beobachtet werden, daß Acetylcholin z. B Muskelbewegungen, bzw. -kontraktionen verursacht. Die Erregungssubstanz der motorischen Nerven der Insekten ist bisher unbekannt. Dagegen konnte ich in noch unveröffentlichten Versuchen nachweisen, daß der Herzschlag der Insekten durch Acetylcholin beschleunigt wird. Adrenalin hat denselben Effekt. Ähnliches gilt für den Darm der Insekten. Es soll hier aber nicht näher auf die etwas komplizierten Verhältnisse eingegangen werden. Bei Insekten gibt es nun nicht nur solche Nerven, welche die Muskeln zur Kontraktion bringen, sondern auch solche, die diese Kontraktion verhindern. Auch ihre Erregungssubstanz kennen wir noch nicht.

In ausgedehnten Untersuchungen, über die an anderer Stelle berichtet wird (Florey, E., 1951), habe ich fast alle Gruppen von wirbellosen Tieren auf das Vorkommen von Fermenten und Erregungssubstanzen sensibler Nerven hin untersucht und dabei die überraschende Entdeckung gemacht, daß bestimmten Tiergruppen jeweils bestimmte Erregungssubstanzen und entsprechend verschiedene Fermente zukommen (Florey, E., 1951). Dementsprechend wird z. B. das Ferment, welches die von den sensiblen Nerven der Tintenfische gebildete Erregungssubstanz abbaut, durch Strychnin gehemmt (ausgeschaltet), so daß man einen Tintenfisch ohne weiteres töten kann, wenn man ihn in Seewasser gibt, dem Strychnin im Verhältnis 1 : 1,000.000 zugesetzt ist! Das entsprechende Ferment der Insekten wird dagegen durch Strychnin nicht beeinflußt — deshalb ist auch das Strychnin für Insekten so gut wie ungiftig. Ihr sensibles Ferment wird aber durch das Alkaloid Pikrotoxin ausgeschaltet. Pikrotoxin tötet daher Insekten noch in höchster Verdünnung. (Für Tintenfische ist Pikrotoxin vollkommen ungiftig, es greift ihr sensibles Ferment nicht an.)

Der tiergruppenweisen Verschiedenheit, wenigstens der sensiblen Erregungssubstanzen und der sie abbauenden Fermente, kommt natürlich für die Praxis die größte Bedeutung zu. Man hat damit die Möglichkeit, Substanzen zu finden, die nur für eine bestimmte Tiergruppe giftig sind, weil sie in dessen Erregungssubstanz-Mechanismus spezifisch eingreifen. Es könnten auf dieser Basis Stoffe gefunden werden, die nur für Insekten, nicht aber für Säugetiere und Vögel giftig sind!

Pikrotoxin selbst kommt leider als Insektenvertilgungsmittel kaum in Frage, weil seine Herstellung zu kostspielig — und vor allem weil es auch für Wirbeltiere (wenn auch nicht in dem Maße wie für Insekten) giftig ist.

Wir kennen nun eine Reihe von hochwirksamen Insektiziden. Ihr Wirkungsmechanismus ist aber noch unbekannt, wenn wir auch sicher wissen, daß sie am Nervensystem angreifen. Man hat vielfach vermutet, daß diese Gifte durch Ausschaltung der Cholinesterase wirksam werden (Burn, 1949, Gavaudan und Poussel, 1947). Tatsächlich hat sich gezeigt, daß fast alle Insektengifte die Cholinesterase mehr oder weniger stark hemmen. Ob diese Wirkung aber tatsächlich schuld ist an den auftretenden Vergiftungssymptomen, konnte noch nicht entschieden werden, da wir die Funktion des Acetylcholins im Insektenkörper noch kaum kennen. Dubois, Doull, Salerno und Coon (1949) konnten zeigen, daß Parathion für Warmblütler durch seine Anti-Cholinesterasewirkung giftig ist. Daß Acetylcholin und Cholinesterase im Nervensystem der Insekten eine wichtige Rolle spielen müssen, geht aus den Arbeiten von Richards und Cutcomp (1945), Tobias, Kollros und Savit (1946) und Welsh und Haskin (1939) hervor. Metcalf und March (1949) konnten nachweisen, daß verschiedene Phosphorsäureester-Insektizide für verschiedene Insekten verschieden giftig sind und daß das Ausmaß der Giftigkeit dieser Substanzen mit der durch sie bewirkten Ausschaltung der Cholinesterase des jeweiligen Insekts parallel geht. Es scheint also tatsächlich die Wirkung der Phosphorsäureester auf ihrer Anticholinesterasewirkung zu beruhen. Die Aufklärung der hier vorliegenden Verhältnisse, d. h. also die Aufklärung des Wirkungsmechanismus der Insektizide, ist von größter Wichtigkeit, weil sie die planmäßige Entwicklung spezifischer Insektengifte ermöglichen wird und weil es wichtig ist, zu erfahren, ob die Insektizide tatsächlich dadurch wirken, daß sie den fermentativen Abbau bestimmter Erregungssubstanzen verhindern, weil dann unter Umständen die Errungenschaften und Erkenntnisse der modernen Nervenphysiologie für die Schädlingsbekämpfung nutzbar gemacht werden können.

Im Rahmen des Forschungsprogramms der Österreichischen Bundesanstalt für Pflanzenschutz Wien führe ich seit einiger Zeit Untersuchungen über den Wirkungsmechanismus von Insektiziden durch und beschäftige mich vor allem mit dem Einfluß der Insektengifte auf den Mechanismus der Erregungsübertragung.

Im folgenden berichte ich über die vorläufigen Ergebnisse.

I. Vorversuche

Zunächst wurden bei einigen Tierarten die Vergiftungssymptome studiert, da sich aus dem Verhalten der vergifteten Tiere bereits wertvolle Schlüsse ziehen lassen.

Bei meinen früheren Arbeiten hatte ich feststellen können, daß die Hirudineen (Egel) keine Erregungssubstanz besitzen, die mit der Erregungssubstanz der sensiblen Nerven von Wirbeltieren oder Insekten verwandt ist. Vielmehr ist die Erregungssubstanz der sensiblen Nerven bei den Hirudineen Acetylcholin, und das dazugehörige Ferment ist bei ihnen die Cholinesterase. Hemmung des fermentativen Abbaues der Erregungssubstanz sensibler Nerven (ganz gleichgültig, welcher Natur diese Substanz ist) führt allgemein zu einem Stadium heftiger Erregung und zu typischen Krämpfen. Es muß also ein Stoff, der die Cholinesterase hemmt, bei Egeln diese charakteristischen Symptome auslösen, während ein Stoff, der sie nicht hemmt, wenigstens in dieser Hinsicht, wirkungslos sein muß.

Einige Pferdeegel (Haemopis sanguisuga) setzte ich in eine 0,03%ige Emulsion von E 605 in Wasser. Nach wenigen Minuten wurden die Saugnäpfe funktionsunfähig, es kam zu anhaltendem Schwimmen und schließlich zu immer stärkerer Erregung und maximalen Körperkontraktionen, die immer mehr die Form von Krämpfen annahmen.

Eine 0,03%ige Emulsion von DDT in Wasser bewirkte erst nach etwa vier Stunden eine merkliche Schädigung der Saugnäpfe und ein Matterwerden der Tiere. Es kam jedoch selbst nach vielstündiger Einwirkungszeit nicht zu einem Erregungsstadium oder zu auffallenden Kontraktionen. Auch 0,3% DDT hatte keine andere Wirkung.

Diese Befunde sprechen dafür, daß der Wirkungsmechanismus von E 605 und DDT sehr verschieden sein muß. E 605 hemmt offensichtlich die Cholinesterase, DDT nicht. (Die noch zu schildernden Experimente haben das bestätigt.)

Mehrere Larven der Mücke Corethra plumicornis setzte ich in eine 0,03%ige Emulsion von E 605 in Wasser, dem etwas NaCl zugesetzt worden war (Endkonzentration 1%)[1]. Nach etwa 10 Minuten kam es zu heftigen, krampfartigen Zuckungen und starker Erregung. Es folgte dann ein Stadium völliger Lähmung.

0,03%ige DDT-Emulsion in Wasser (mit NaCl-Zusatz) hatte erst nach zwei bis vier Stunden unkoordinierte Muskelzuckungen zur Folge. Die Bewegungskoordination war weitgehend gestört. 0,3% DDT wirkte ähnlich.

Diese Befunde sprechen dafür, daß wenigstens das E 605 die Erregungssubstanz der sensiblen Nerven vor fermentativem Abbau schützt.

II. Nachweis der Anticholinesterasewirkung

Von einem frisch entnommenen Stück Rückenmark vom Rind wurden ventrale Wurzeln abgetrennt, gewogen, zerrieben und mit der dreißigfachen Menge Ringerlösung verdünnt. Die so gewonnenen Rohextrakte

---

[1]) Durch den Salzzusatz wird den Tieren Wasser entzogen, so daß sie dadurch zum Trinken gezwungen werden.

wurden zentrifugiert und der flüssige Anteil zur Weiterverwendung abgegossen. In eine Anzahl von Eprouvetten kam nun je ½ ccm Phosphatpufferlösung, der Acetylcholin im Verhältnis 1 : 10.000 zugesetzt worden war. In einige derart beschickte Eprouvetten gab ich nun je ½ ccm Ringerlösung (Leerproben), in die übrigen kam jeweils ½ ccm Extrakt 1 : 30. Von den letzteren Proben erhielten nun je zwei einen Zusatz von je 0,1 ccm DDT (0,1%), DDT (0,01%), E 605 (0,1%) und E 605 (0,01%). Zwei blieben ohne diesen Zusatz.

Alle diese Gemische wurden bei 15° C stehengelassen und nach zwei Stunden kurz aufgekocht. Die Rohextrakte 1 : 30 enthalten soviel Cholinesterase, daß innerhalb von zwei Stunden ein nahezu 100%iger Acetylcholinabbau eintritt. Durch Kochen wird die Cholinesterase zerstört.

Alle Proben wurden nun nach der im Grazer Zoologischen Institut im Laboratorium von Prof. Umrath üblichen Methode nach Führer am Egel getestet. Es wird dazu die mit Eserin 1 : 1,000.000 sensibilisierte Rückenmuskulatur vom Pferdeegel (Haemopis sanguisuga) benützt, die sehr empfindlich auf Acetylcholin reagiert, indem sie sich etwa proportional der Acetylcholinkonzentration verkürzt. In einer besonderen Apparatur werden die zu untersuchenden Proben in entsprechender Verdünnung dem Muskel zugesetzt und dessen Kontraktion gemessen.

Es hat sich gezeigt, daß die Proben mit DDT-Zusatz nicht mehr Acetylcholin enthielten, als die Proben mit bloßem Rohextraktzusatz. E 605 hemmte dagegen in den angewendeten Konzentrationen den Acetylcholinabbau völlig, so daß ebenso viel Acetylcholin nachweisbar war wie in den Leerproben.

Der Versuch wurde wiederholt. Diesmal wurden die Proben bei einer Temperatur von 39° C stehengelassen und dann nach zwei Stunden aufgekocht. Es wurde in dieser Versuchsreihe auch 1%iges DDT angewendet. Während E 605 wieder bei 1 : 1000 den Acetylcholinabbau vollkommen hemmte, hatte selbst das 1%ige DDT keine merkliche Hemmung des Abbaues zur Folge.

In einer weiteren derartigen Versuchsreihe sollte das Ausmaß der Cholinesterasehemmung durch DDT und E 605 genau ermittelt werden und zu der durch Eserin bewirkten Hemmung in Beziehung gebracht werden. Der Abbau erfolgte diesmal bei 35° C, aufgekocht wurde nach drei Stunden. Die Auswertung ergab folgendes:

Bei bloßem Extraktzusatz wurde das Acetylcholin bis auf 0,5% abgebaut. Bei Zusatz von DDT 1 : 1000 trat eine minimale Hemmung der Cholinesterase ein, so daß noch 0,7% des ursprünglichen Acetylcholins erhalten blieben (gegenüber 0,5% bei Extraktzusatz ohne DDT). E 605 hemmte den Abbau in einer Konzentration von 1 : 10.000 und 1 : 1000 vollkommen. E 605 1 : 100.000 hemmte noch so weit, daß 66,5% des Acetylcholins erhalten waren, während es in einer Konzentration von

1 : 1,000.000 nur noch 6% vor dem Abbau schützte. Eserin hemmt dagegen bei einer Verdünnung von 1 : 1,000.000 die Cholinesterase noch sehr stark (78% Acetylcholin erhalten) und bei 1 : 10.000.000 noch schwach (8 bis 10% erhalten). Eserin hemmt also die Cholinesterase etwa zehnmal stärker als E 605.

Es ist nun nicht ausgemacht, daß überall im Tierreich dieselbe Cholinesterase vorkommt. Ich habe daher untersucht, ob die Cholinesterase des Pferdeegels durch E 605 und Eserin im selben Verhältnis gehemmt wird wie die der Wirbeltiere. Die Bewegungsmuskulatur der Egel reagiert auf Acetylcholin durch Kontraktion, sie ist cholinerg[1]) innerviert. Es ist nachgewiesen, daß sie sehr viel Cholinesterase enthält. Je mehr Cholinesterase man ausschaltet, desto stärker wird die Kontraktion auf Acetylcholin ausfallen.

Zunächst bestimmte ich die Größe der Kontraktion eines nervfreien Rückenmuskelpräparates vom Pferdeegel auf Acetylcholin. Acetylcholin 1 : 100.000 war gerade noch merklich wirksam. Dann setzte ich E 605 1 : 1,000.000 zu und ließ es 15 Minuten einwirken. Dann gab ich das Präparat in Acetylcholin 1 : 1,000.000. Es trat keine Kontraktion ein. E 605 1 : 100.000 sensibilisierte dagegen den Egelmuskel soweit, daß er auch auf eine Acetylcholinverdünnung von 1 : 10.000.000 ansprach. Eserin 1 : 1,000.000 hat denselben Effekt. Eserin ist also gegenüber der Egel-Cholinesterase zehnmal so wirksam wie E 605. Die Cholinesterase des Egels verhält sich also in dieser Hinsicht genau so wie die des Rindes.

Die in diesem Kapitel referierten Versuche lehren, daß das E 605 eine ganz beträchtliche Anticholinesterasewirkung entfaltet, die allerdings (wenigstens was die Cholinesterase von Rind und Egel betrifft) etwas schwächer ist als die des Eserins.

Die durch DDT bewirkte Hemmung der Cholinesterase aus Nervengewebe und Muskelgewebe ist praktisch bedeutungslos. (Bereits 1947 haben Truhaut und Vincent festgestellt, daß die Serumcholinesterase, die sich bekanntlich von der Gewebscholinesterase unterscheidet, durch DDT nicht gehemmt wird.)

III. Der Einfluß neurotroper Substanzen auf die Bewegungsreaktionen von Küchenschaben

Die bisher vorliegenden Untersuchungen über die Wirkung von Insektiziden erstrecken sich auf drei Symptomkomplexe: 1. Auf die Bestimmung der Letaldosis, 2. auf Feststellung der Anticholinesterasewirkung und 3. auf Messung der im Nervensystem auftretenden elektrischen Aktionsströme. Schlußfolgerungen über den Angriffsort der

[1]) Alle Nerven, welche Acetylcholin bilden, nennt man heute „cholinerg", alle, die Adrenalin bilden, „adrenerg".

Insektengifte hat man vor allem aus den Aktionsstromuntersuchungen gezogen.

Es ist jedoch sehr fraglich, ob die nach Verabreichung von neurotropen, d. h. also von nervenwirksamen Substanzen auftretenden Aktionsströme tatsächlich eine funktionelle Bedeutung haben. Es ist durchaus denkbar, daß durch die angewendeten Stoffe elektrische Aktionsströme in gewissen Nervenfasern hervorgerufen werden, deren funktionelle Bedeutung man überschätzt.

Bisher hat man noch nicht versucht, die Bewegungsreaktionen zu registrieren. Dies ist um so verwunderlicher, als gerade die Bewegungsreaktionen am klarsten die funktionell bedeutsamen Effekte zum Aus-

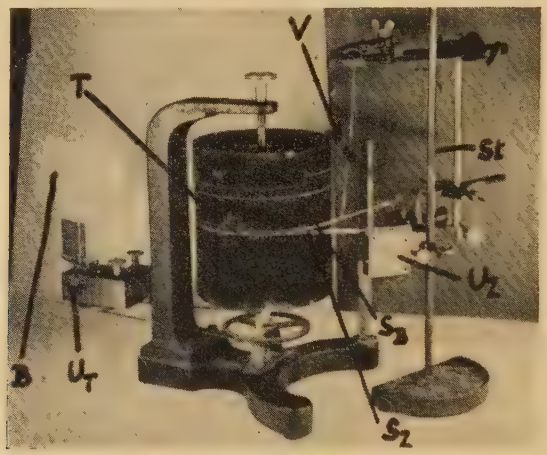


Abbildung 1

Apparatur zur Registrierung der Bewegungsreaktionen von Küchenschaben.
B = Bremsflügel St = Stativ S_B = Bewegungs-Schreiber S_Z = Schreibhebel des Zeitschreibers T = mit berußtem Papier bespannte Trommel U_T = Uhrwerk der Trommel U_Z = Uhrwerk des Zeitschreibers V = Versuchstier

druck bringen. Sie sind sozusagen ein Spiegel der im Nervensystem vor sich gehenden Veränderungen — und sie zeigen vor allem auch die Auswirkung dieser Veränderungen.

Mit Hilfe einer einfachen Vorrichtung (Abb. 1) lassen sich die Beinbewegungen von größeren Insekten, z. B. Küchenschaben, sehr gut registrieren. An einem verstellbaren Stativ wird das betreffende Tier aufgehängt, indem man es an einem Hinterbein anbindet. Das andere Hinterbein wird durch einen Zwirnsfaden mit einem leicht beweglichen

Zeiger verbunden, der die Bewegungen vergrößert und auf der langsam umlaufenden Trommel eines Kymographions aufzeichnet. Ein Zeitmarkierer registriert die Umlaufgeschwindigkeit, so daß man an der geschriebenen Kurve den ganzen Verlauf der Bewegungsreaktionen genauestens studieren und verfolgen kann.

Mit dieser Methode kann man sowohl die Stärke und Frequenz der Bewegungen als auch die Größe des Muskeltonus genau messen. Ich erhielt bereits eine große Anzahl von sehr aufschlußreichen Kurven, von denen hier einige abgebildet sind.

Es wurden Küchenschaben (Blatta orientalis) verwendet. Die unversehrten Tiere zeigen ein eigentümliches Verhalten: die Bewegungen sind während der meisten Zeit gehemmt. In ziemlich regelmäßigen Abständen kommt es aber zu Aktivitätsperioden. Bei geköpften Tieren fällt die Bewegungshemmung fort und die Beine befinden sich in anhaltender Bewegung.

Die Versuchstiere wurden nun mit verschiedenen Substanzen behandelt, die ihnen entweder aufgepinselt oder injiziert wurden. An Hand der registrierten Bewegungen ließ sich sehr schön der Reaktionsverlauf studieren und ich möchte an dieser Stelle kurz über die ersten Resultate berichten.

Injektion von Pikrotoxin 1 : 500 (in Ringerlösung) bewirkte eine längere Serie heftiger frequenter Bewegungen, deren Intensität nach kurzer Zeit rasch abnahm. Die Frequenz blieb dagegen immer ungefähr gleich, solange überhaupt Bewegung festzustellen war. Eine Zunahme des allgemeinen Muskeltonus zeigte sich nicht. Auffallend bei der Pikrotoxinwirkung ist die völlige Aufhebung der Bewegungshemmung.

Nach Injektion von Pikrotoxin 1 : 2000 kommt es ebenfalls zu anhaltenden frequenten Bewegungen, die erst noch vorzüglich in Gruppen auftreten (Krämpfe!), dann aber pausenlos stattfinden. Nach längstens drei Stunden sind alle Bewegungen erloschen. Es kommt nie zu einem Tonusanstieg (Abb. 2).

Eserin 1 : 2000 (in Ringerlösung) injiziert, bewirkt sofort äußerst lebhafte Bewegungen, die jedoch schon nach etwa 30 Sekunden an Intensität verlieren und nach etwa einer Minute völlig erlöschen.

Injektion von Eserin 1 : 10.000 bewirkt zunächst ein Häufigerwerden der Aktivitätsperioden. Schon nach wenigen Minuten macht sich ein auffallender Tonusanstieg bemerkbar, der sich dann in immer kürzer werdenden Perioden rhythmisch verändert. Schließlich kommt es dann zu anhaltenden Bewegungen bei etwa normalem Tonus (Abb. 3).

Wie man sieht, kommt den beiden Stoffen Pikrotoxin und Eserin eine ganz charakteristische Wirkung zu. Der Wirkungsmechanismus beider Substanzen ist bekannt: Pikrotoxin hemmt den fermentativen Abbau der sensiblen Erregungssubstanz der Insekten (wie meine an anderer Stelle veröffentlichten Untersuchungen ergaben) und Eserin

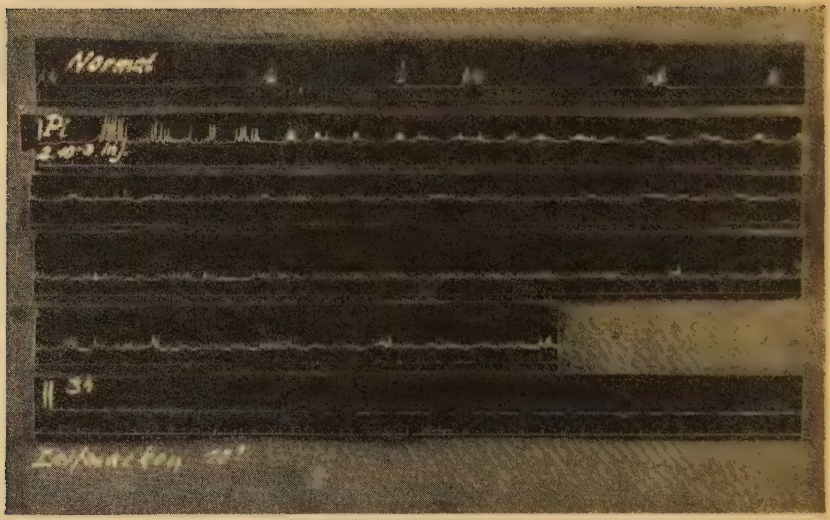


Abbildung 2

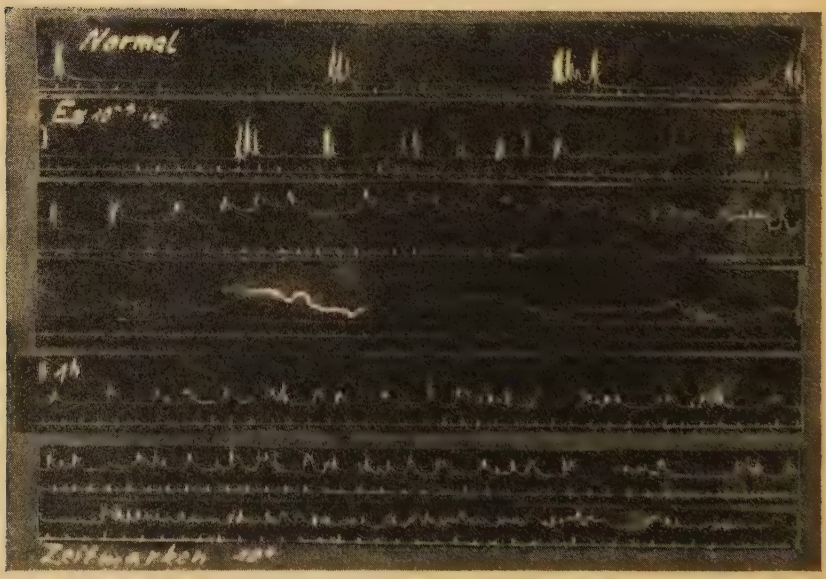


Abbildung 3

hemmt den fermentativen Abbau des Acetylcholins (was ja bereits seit den klassischen Untersuchungen L o e w i s bekannt ist).

Über die Funktion des Acetylcholins bei Gliederfüßlern hat man bisher nur in Erfahrung gebracht, daß es den Herzschlag beschleunigt und daß es bei Krebsen die Autotomie (das Abwerfen von Extremitäten) fördert. In den hier beschriebenen Untersuchungen wird klar gezeigt, daß das Acetylcholin mit der tonischen Innervation der Bewegungsmuskeln der Insekten zu tun haben muß.

Es ist verständlich, daß für die Aufklärung des Wirkungsmechanismus der Insektizide ein Vergleich der Bewegungsreaktionen, wie sie nach Verabreichung von DDT und E 605 auftreten, mit denen, welche durch Pikrotoxin und Eserin verursacht werden, sehr aufschlußreich sein muß.

Da man nach Anwendung der verdünnten Wirkstoffe sehr lange auf das Auftreten der ersten Reaktionen warten muß, habe ich die konzentrierten öligen Lösungen von DDT (52%ig) und E 605 (47%ig) ventral den Tieren aufgepinselt. Abbildung 4 zeigt einen derartigen Versuch mit DDT. Man sieht daran, wie außerordentlich rasch das DDT die Kutikula durchdringt (wie sich in den zahlreichen Versuchen zeigte, wesentlich rascher als E 605!). Es kommt zu einer Serie anhaltender Bewegungen, die einige Minuten anhält — und dann kehrt offenbar das normale Verhalten wieder, mit den typischen Hemmungsperioden, bis schließlich die Bewegungen wieder in ununterbrochener Folge ablaufen und immer frequenter werden, um dann im Verlauf von Stunden zu erlöschen. Auffallende Tonuszunahmen sind nicht zu verzeichnen. Eine eserinartige Wirkung kommt also nicht in Frage. Rätselhaft bleibt, weshalb die Wirkung zeitweise verschwindet. (Bei manchen Versuchen kam dies zwei- und dreimal vor.) Im allgemeinen ist die Wirkung pikrotoxinartig.

E 605 konzentriert angewendet, hat eine zunehmende Verkürzung der Hemmungsperioden zur Folge. Es kommt schließlich zu anhaltenden frequenten Bewegungen unter völligem Ausfall der Hemmung. Bei meinen Versuchen konnte ich zwei Reaktionstypen unterscheiden. 1. einen Typus, der etwa dem Effekt von Pikrotoxin 1 : 300 (Abb. 5) entspricht. Hier ist keine Tonuszunahme festzustellen und nach dem Erlöschen der Bewegungen bleibt der Tonus der Muskulatur gleich (Abb. 6); 2. einen Typus, den man als einen kombinierten Effekt von Pikrotoxin und Eserin auffassen könnte; anhaltende frequente Bewegung ist hier mit einer bedeutenden Tonuszunahme verbunden. Nach dem Erlöschen der Bewegungen zeigt der Tonus deutliche Schwankungen (Abb 7).

Die eben beschriebenen Versuche bestätigen erneut die Annahme, daß die Wirkung von E 605 darin besteht, daß es sowohl die Cholinesterase als auch das sensible Ferment der Insekten hemmt. Wenigstens in höherer Konzentration hat es auch eine zentral lähmende Wirkung, ähnlich dem stärker konzentrierten Pikrotoxin.

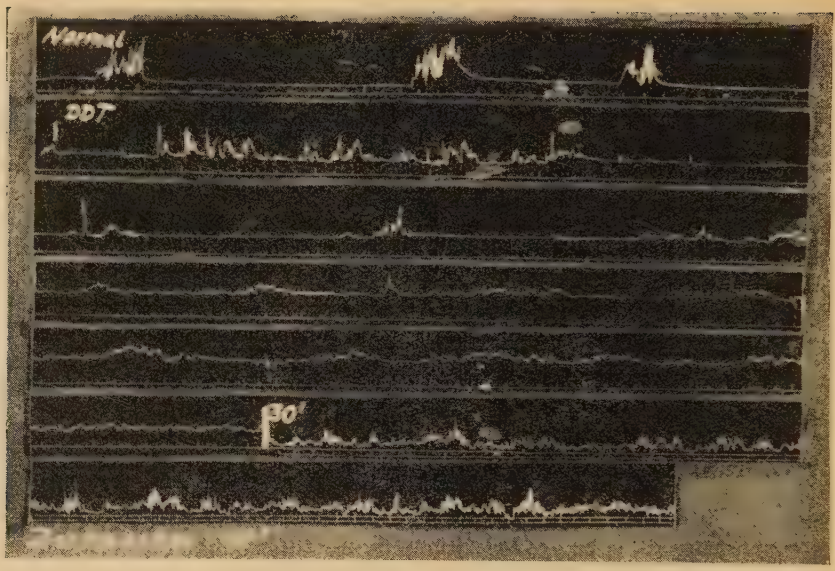


Abbildung 4

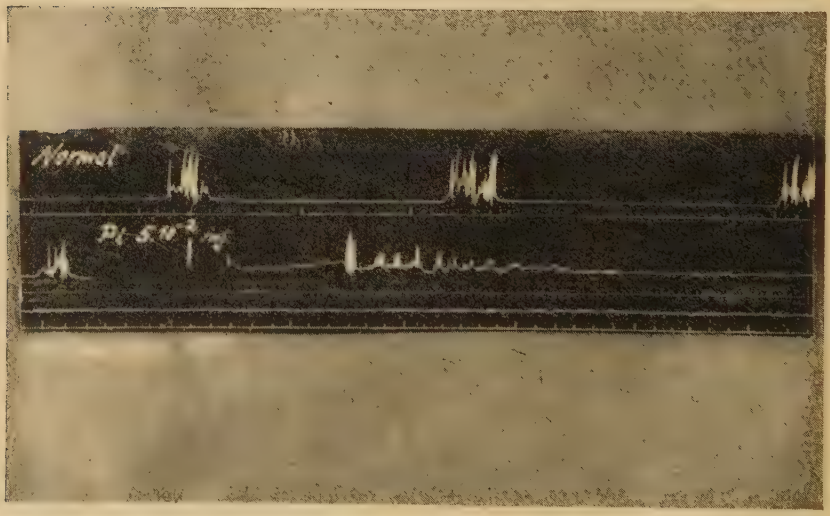


Abbildung 5

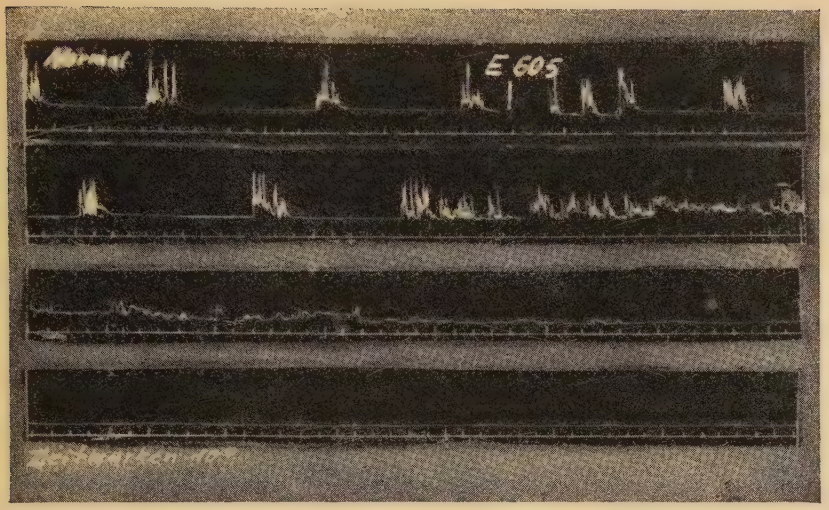


Abbildung 6

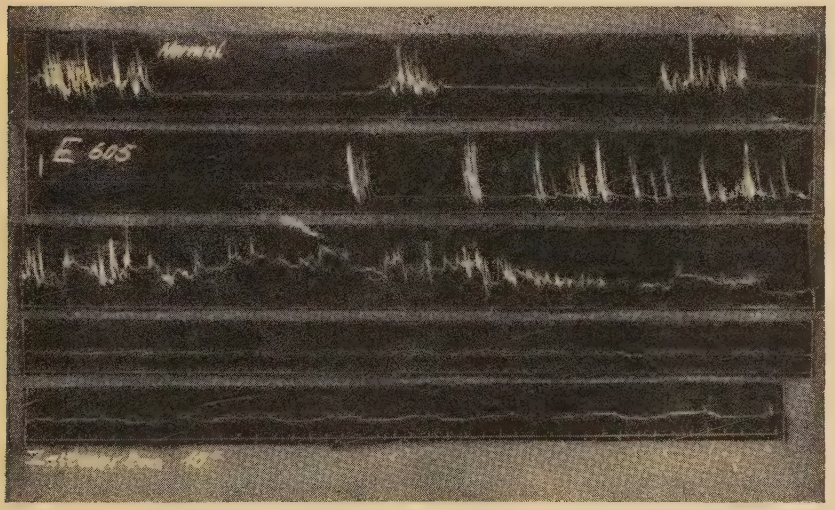


Abbildung 7

Durch verschiedene neuere Untersuchungen wurde bekannt, daß die Wirkung krampfauslösender Stoffe (diese Stoffe wirken, wie wir jetzt wissen, durch Hemmung des fermentativen Abbaues der sensiblen Erregungssubstanz) durch Zusatz von cholinesterasehemmenden Mitteln bedeutend verstärkt wird (Hyde, J., Beckett, S. und Gellhorn, E., 1949). Auf demselben Prinzip beruht wohl auch die besondere Giftigkeit des E 605 für Insekten.

DDT wirkt möglicherweise durch Erregung sensibler Nerven, jedoch sind hier noch ausgedehnte Untersuchungen nötig, um seinen Wirkungsmechanismus tatsächlich aufzuklären. Es gibt jedoch eine Reihe von Tatsachen, die für eine Erregung sensibler Nerven oder Hemmung des sensiblen Fermentes durch DDT sprechen. So ist wiederholt darauf hingewiesen worden, daß besonders die sogenannten campaniformen Sinnesorgane und die von ihnen abgehenden Nervenfasern durch DDT erregt werden. Abgetrennte Beine DDT-vergifteter Insekten zeigen spontane Bewegungen. Dies beruht vielleicht auf Erregung eines peripheren Reflexmechanismus, der über einen sensibel versorgten Nervenplexus abläuft. Schon vor mehreren Jahren hat v. Buddenbrock auf das Vorhandensein eines derartigen Mechanismus geschlossen auf Grund der Bewegungen abgetrennter Beine unvergifteter Insekten. Besonders aber die Tatsache, daß DDT in höheren Dosen bei Wirbeltieren Krämpfe auslöst, spricht deutlich dafür, daß durch dieses Insektizid sensible Nerven erregt werden und wahrscheinlich sogar das diese Substanz abbauende Ferment eine Hemmung erfährt.

IV. Allgemeine Diskussion

Es erweist sich immer mehr, daß die Insektizide in den Mechanismus der Erregungsübertragung eingreifen. Durch Hemmung des fermentativen Abbaues von Erregungssubstanzen, vor allem im Zentralnervensystem, kommt es, wie schon in der Einleitung erörtert wurde, notwendigerweise zu verstärkter und anhaltender Erregung und damit zum völligen Versagen des Nervensystems.

Für die Aufklärung erweist sich besonders die Kenntnis von dem Vorhandensein einer besonderen sensiblen Erregungssubstanz als außerordentlich fruchtbar. Es ist sicher, daß die von den verschiedensten Autoren vertretene Annahme, daß die Insektizidwirkung hauptsächlich auf Cholinesterasehemmung beruht, nicht genügt, weil z. B. das DDT nachweislich die Cholinesterase gar nicht hemmt.

Es ist klar, daß hier für künftige Untersuchungen noch ein weites Feld offen steht. Immerhin konnten aber die Untersuchungen, deren vorläufige Ergebnisse ich hier referiert habe, bereits aufschlußreiche Anhaltspunkte liefern.

Eine schematische Darstellung soll den vermutlichen Angriffsort der verschiedenen untersuchten Substanzen zeigen. Jede Nervenart wird

dabei durch je ein Neuron angedeutet. Die Eingeweidenerven sind hier nicht berücksichtigt (Abb. 8).

Wie ich in früheren Untersuchungen nachweisen konnte, besteht eine gewisse chemische Verwandtschaft zwischen den sensiblen Erregungssubstanzen, z. B. der Insekten und der Wirbeltiere. Dementsprechend

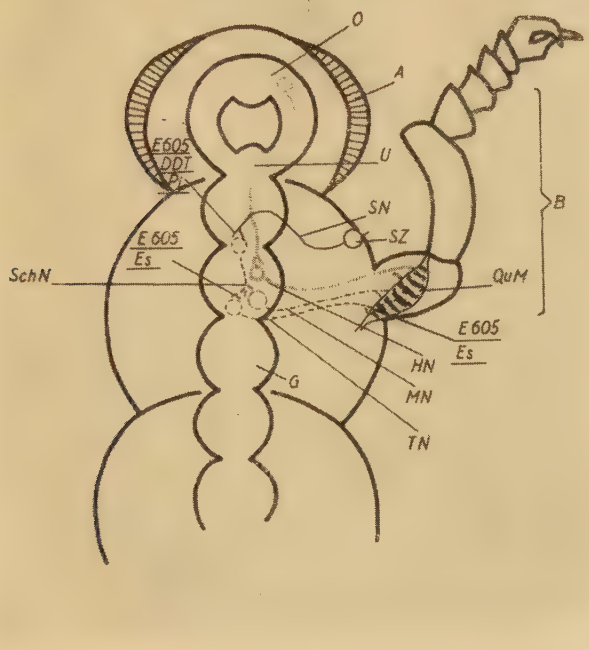


Abbildung 8

Schematische Darstellung des vermutlichen Angriffsortes von DDT, E 605, Eserin (Es) und Pikrotoxin (Pi).

A = Auge, B = Bein, G = Ganglion, HN = hemmendes Neuron, MN = motorisches Neuron, O = Oberschlundganglion, QuM = quergestreifter Muskel, SchN = Schaltneuron, SN = sensibles Neuron, SZ = Sinneszelle, U = Unterschlundganglion.

sind auch die dazugehörigen Fermente ähnlich. Daher kommt es vor, daß ein und dieselbe Substanz sowohl das sensible Ferment der Insekten als auch das der Wirbeltiere hemmt. Das Ausmaß dieser Hemmung ist allerdings verschieden. Eine derartige Substanz ist das Pikro-

toxin. Es löst sowohl bei Insekten als auch bei Wirbeltieren Krämpfe aus — bei Insekten noch in höchster Verdünnung, bei Wirbeltieren nur in geringer Verdünnung. Strychnin hemmt dagegen nur das sensible Ferment der Wirbeltiere, nicht das der Insekten.

E 605 hemmt wohl nur das sensible Ferment der Insekten (außer der Cholinesterase). Ich ließ es im Injektionsversuch (0,2 ccm einer Emulsion der öligen Lösung in Wasser; Wirkstoffgehalt 2%; subcutan) auf Mäuse einwirken. Es kam dabei nach einigen Minuten zu frequenten Muskelzuckungen, wie sie auch nach Injektion von Eserin auftreten, zu Erbrechen, Atem- und Herzlähmung. Sämtliche Symptome erklären sich aus der Anticholinesterasewirkung des E 605; es fehlt jedes Anzeichen einer Hemmung des sensiblen Fermentes (ganz im Gegensatz zu der Wirkung bei Insekten!).

Beim DDT dagegen scheint es so zu sein, daß es in geringer Konzentration bei Insekten und in höherer Konzentration bei Wirbeltieren das sensible Ferment hemmt. Der endgültige Nachweis dafür steht allerdings noch aus.

Was die durch die verschiedenen Insektengifte bewirkte Lähmung betrifft, kann gesagt werden, daß es sich hier um physikalisch-chemische Vorgänge handelt. Eigene, noch unveröffentlichte Untersuchungen ergaben, daß diese Lähmung dadurch zustande kommt, daß sich die Moleküle der betreffenden Stoffe (ähnlich wie das bei den Narkotika der Fall ist) in den Zellgrenzflächen der Nervenzellen festsetzen und so die Erregungsleitung unterbinden.

Zusammenfassung

In einer ausführlichen Einleitung wird über den neuesten Stand der Nervenphysiologie hinsichtlich der Kenntnis des Mechanismus der nervösen Erregungsübertragung berichtet und auf deren Bedeutung für die Aufklärung des Wirkungsmechanismus der Insektizide hingewiesen.

Vergleichende pharmakologische Untersuchungen über Krampfauslösung durch E 605 und DDT lassen darauf schließen, daß DDT die Cholinesterase nicht hemmt, während E 605 sowohl die Cholinesterase als auch das Ferment, das die Erregungssubstanz der sensiblen Nerven der Insekten abbaut, hemmt.

Bestimmung der Cholinesterasehemmung durch DDT, E 605 und Eserin ergibt, daß DDT die Cholinesterase praktisch nicht hemmt, E 605 dagegen sehr stark. Eserin hemmt die Cholinesterase noch zehnmal stärker als E 605. (Diese Angaben gelten für Cholinesterase aus Rindernerven und aus Egelmuskulatur.)

Mit Hilfe einer neuen Methode werden die Bewegungsreaktionen von Küchenschaben registriert und analysiert. Es ergeben sich charakteristische Reaktionsbilder nach Behandlung mit verschiedenen Substanzen, welche zu dem Schluß führen, daß E 605 sowohl die Cholinesterase als auch das „sensible" Ferment hemmt, während DDT möglicherweise

sensible Nerven erregt oder wie E 605 den fermentativen Abbau der sensiblen Erregungssubstanz verhindert.

Eine schematische Darstellung zeigt den vermutlichen Angriffsort der fermenthemmenden Substanzen, bzw. der Insektizide. Die durch Insektengifte bewirkte Lähmung wird durch physikalisch-chemische Veränderungen in den Nerven-Zellgrenzflächen erklärt.

Herrn Prof. Dr. Karl Umrath, in dessen Laboratorium ich die Untersuchungen durchführte, danke ich herzlich für die mir gewährte Gastfreundschaft und für wertvolle Anregungen.

Summary

A detailed report of the last development of neurophysiology especially in view of the mechanism of neuro-muscular and synaptic transmission is given.

Comparative pharmacological investigations of convulsive activity of E 605 and DDT show that DDT does not influence the cholinesterase. E 605 inhibits the cholinesterase and the ferment which is splitting the excitatory substance of the sensitive nerves very heavily. Eserine does it still ten times more than E 605. (These statements apply to the cholinesterase from nervous tissue of cow and muscle of leech.)

With a new method the reactions of movements of the cockroach are being registered and analysed. Characteristical pictures of reactions after treatment with different substances are obtained. It can be concluded that E 605 inhibits the cholinesterase as well as the „sensitive" ferment whilst DDT probably excites sensitive nerves or prevents the fermentative splitting of the sensitive excitatory substance like E 605.

A schematical picture shows the presumable locus of action of the ferment-inhibiting substances and the insect-poisons respectively.

Literaturverzeichnis

Bacq, Z. M. (1941): Physiologie comprée de la transmission chimique des exitations nerveuses. Ann. Soc. roy. zool. Belg. **72**, 181.

Buddenbrock, W. v. (1937): Vergleichende Physiologie. 2. Auflage. Berlin.

Burn, J. H. (1949): Insecticides and Poisoning of Crops. Chemistry and Industry, **27**, 604.

Domenjoz, R. (1949): Kontaktgifte. Arch. exper. Path. u. Pharm. **208**, 144.

Dubois, K. P., Doull, J., Salerno, P. R. and Coon, J. M. (1949): Studies on the toxicity and mechanism of action of p-nitrophenyldiethylthiophosphate (Parathion). J. Pharmacol. **95**, 79.

Florey, E. (1951): Vorkommen und Funktion sensibler Erregungssubstanzen und sie abbauender Fermente im Tierreich. Z. vergl. Physiol. Im Druck.

Gavaudan, P. and Poussel, H. (1947): Le mécanisme de l'action insekticide du DDT et la thermodynamique des narcotiques indifférents. C. R. hebd. Seances Acad. Sci. **224**, 683.

Hellauer, H. F. (1939): Über den Cholinesterasegehalt nervösen Gewebes. Pflügers Arch. **242**, 382

Hellauer, H. F. und Umrath, K. (1948): Über die Aktionssubstanz der sensiblen Nerven. Pflügers Arch. **244**, 619.

Hellauer, H. F. und Umrath, K.: Über die Beziehung zwischen Krampfauslösung und Hemmung des fermentativen Abbaues der sensiblen Erregungssubstanz durch einige Pharmaka. Z. f. Vit. und Hormonforsch. Im Druck.

Hyde, J., Beckett, S. and Sellhorn, E. (1949): Acetylcholine and convulsive activity. J. Neurophysiology **12**, 17.

Metcalf, R. L. and March, R. B. (1949): Studies of the Mode of Action of Parathion and the Derivatives and Their Toxicity to Insects. J. econ. Ent. **42**, 721.

Richards, A. G. and Cutcom, L. K. (1945): The cholinesterase of insect nerves. J. Cell. comp. Physiol. **26**, 57.

Riemschneider, R. (1950): Zur Kenntnis der Kontaktinsektizide II. Die Pharmazie, 1. Erg. Bd., 651.

Tobias, J. M., Kollros, J. J. and Savit, J. (1946): Acetylcholine and related substances in the cockroach, fly and crayfish and the effect of DDT. J. Cell. comp. Physiol. **28**, 159.

Truhaut, R. et Vincent, D. (1947): Sur la mécanisme d'active toxique du DDT. DDT and cholinesterase du serum. Ann. pharm. franc. **5**, 159.

Umrath, K. (1948): Über Erregungssubstanzen, ihre Rolle bei der Erregungsübertragung und über ihre trophische Bedeutung. Z. Vit. u. Hormonforschg. **I**, 424.

Umrath, K. und Hellauer, H. F. (1948): Das Vorkommen der sensiblen Substanz und von Aktionssubstanzen abbauenden Fermenten. Pflügers Arch. **230**, 737.

Welsh, J. and Haskin, H. H. (1939): Chemical mediation in Crustaceans. III. Acetylcholine and Autotomie in Petrolistehs armatus (Gibbes) Biol Bull. Mar. biol. Lab. Woods Hole **76**, 405.

Wirth, W. (1949): Zur Pharmakologie der Phosphorsäureester. Diäthyl-p-nitrophenylphosphat. Arch. exp. Path. u. Pharmakol. **207**, 547.

Referate:

Schrader (G.): **Die Entwicklung neuer Insektizide auf Grundlage organischer Fluor- und Phosphor-Verbindungen.** Monographien zu „Angewandte Chemie“ und „Chemie-Ingenieur-Technik“. Verlag Chemie, G. m. b. H., Weinheim, 1951, 62 S.

Gerhard Schrader hat die Klasse der Phosphorsäureester als neue Gruppe synthetischer Insektizide der Schädlingsbekämpfung erschlossen. Die erste praktisch verwendete Verbindung dieser Gruppe war Hexaäthyltetraphosphat (HETP), das von der I. G. Farbenindustrie Leverkusen 1943 als Nikotinersatz unter der Bezeichnung „Bladan“ herausgebracht wurde. Neben dieser Verbindung fand auch das Tetraäthylpyrophosphat (TEPP), das übrigens auch ein Begleiter des HETP ist, in größerem Ausmaß praktische Verwendung. Beide Stoffe stellen jedoch im Hinblick auf ihre Nachteile (Unbeständigkeit infolge leichter Hydrolisierbarkeit, hohe Toxizität gegenüber Warmblütern) keine sehr wertvolle Bereicherung unserer Pflanzenschutzmittel-Auswahl dar. Erst die Entwicklung der Produkte auf der Basis der p-Nitrophenylthiophosphorsäureester durch G. Schrader brachte bedeutende Fortschritte in der Bekämpfung vieler Schädlinge; der Äthylester und Methylester sind unter den Bezeichnungen E 605, Parathion, Thiophos usw. in kurzer Zeit zu einem Begriff für Insektenbekämpfungsmittel höchster Wirksamkeit geworden. Diese Körperklasse steht heute im Vordergrund des Interesses und bildete bereits den Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten und Publikationen. Es ist daher zu begrüßen, wenn nun auch der hiezu Berufenste in einer Monographie eine zusammenfassende Darstellung der Entwicklung der genannten Insektizide zur Verfügung stellt. G. Schrader ging bei seinen Entwicklungsarbeiten auf dem Insektizidgebiet von organischen Säurefluoriden aus (1934). Das erste wirksame Insektizid aus dieser Gruppe, auf das Schrader stieß, war das Methansulfofluorid, das insbesondere im Hinblick auf seine hervorragende Wirkung gegen Kornkäfer (Calandra granaria) große Hoffnungen erweckte, da es alle bis dahin bekannten Vorratsschutzmittel in ihrer insektiziden Wirkung weit übertrifft. Die Verbindung mußte aber wegen ihrer hohen Toxizität für Menschen und ihrer starken Absorbierbarkeit wieder verworfen werden. Von großer praktischer Bedeutung für die späteren Entwicklungsarbeiten wurde die Entdeckung der kontaktinsektiziden Eigenschaften und der Fraßgiftwirkung des Methylals des β-Fluoräthylalkohols und des entsprechenden Kondensationsproduktes mit Äthylenoxyd, und zwar deshalb, weil an dieser Verbindung — erstmalig für organische synthetische Insektizide — ein Eindringungsvermögen gegenüber grünen Pflanzenteilen festgestellt werden konnte und im Zusammenhang damit die Übertragung der insektiziden Wirkung auf die Pflanze, der damit eine drei bis vier Wochen andauernde Resistenz gegenüber Insektenfraß verliehen wird. Es eröffnet sich hier erstmalig die Möglichkeit einer inneren Therapie zur Bekämpfung von Pflanzenschädlingen.

Im Anschluß an die Untersuchungen organischer Fluorverbindungen auf ihre Brauchbarkeit zur Schädlingsbekämpfung entdeckte der Verfasser unter den Estern der Phosphorsäure verschiedene insektizide Stoffe. Vor allem fand er, daß Phosphorsäureesteramide der allgemeinen Formel $\begin{matrix} R\,1 \\ R\,2 \end{matrix}\!\!>\!N-P\!\begin{cases} = O\ (S), \\ - O\,R_3 \\ - \text{Acyl} \end{cases}$ mit einem sauren Substituenten gute insektizide Eigenschaften besitzen. In dem Schema bedeuten R 1, R 2

und R_2 Alkylreste, während als „Acyl" der Rest einer anorganischen oder organischen Säure in Frage kommt. Die Sauerstoffverbindungen sind weitgehend wasserlöslich, jedoch hydrolytisch leicht spaltbar, während die Schwefelverbindungen wesentlich beständiger sind. Besonders eingehend wurden die Dialkylaminofluor-phosphorsäureester, Alkylamino-fluor-phosphorsäureester, Fluorphosphorsäure-Diamide und Fluorphosphorsäureester bearbeitet, unter denen zahlreiche Verbindungen mit gutem insektiziden Verhalten gefunden werden konnten. Alle wirksamen Verbindungen dieser Klassen gehorchen dem Schema $\begin{array}{l} R\,1 \\ R\,2 \end{array} \!\!>\! P \!<\!\! \begin{array}{l} O\ (S) \\ Acyl \end{array}$. Ein weiterer Schritt bestand in der Verdoppelung der Moleküle: durch Einführung des Restes der Dialkylphosphorsäure in Fluorphosphorsäureestern etwa wie folgt

$$\begin{array}{l} RO \\ RO \end{array} \!\!>\! P \!<\!\! \begin{array}{l} O \\ F \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} RO \\ RO \end{array} \!\!>\! P \!<\!\! \begin{array}{l} O\ (S) \\ O \end{array} \!\!- P \!<\!\! \begin{array}{l} O\ (S) \\ OR \\ OR \end{array}$$

gelangt man zu Pyrophosphorsäure-tetra-alkylester, der gegenüber den bisher erwähnten Verbindungen neuartige Eigenschaften aufweist. Schrader beschritt zur Herstellung solcher Verbindungen einen neuen Weg, indem er Triäthylphosphat mit einem Äquivalent Natriumhydroxyd verseifte und so zum Natriumsalz der Diäthylphosphorsäure gelangte, das mit Diäthylphosphorsäurechlorid leicht in den Pyrophosphorsäureester übergeführt werden kann. Wie schon eingangs erwähnt, besitzt diese Verbindung den Nachteil hoher Toxizität für Menschen und leichter Hydrolisierbarkeit. Die weitere Entwicklung führte zu Pyrophosphorsäureestern mit zwei Dimethylaminogruppen und zu Pyrophosphorsäureverbindungen mit drei und vier Dimethylaminogruppen. Diese stickstoffhaltigen Derivate sind wesentlich weniger giftig für Warmblüter, besitzen allerdings auch geringere kontaktinsektizide Wirkung. Wenn sie trotzdem für die Schädlingsbekämpfung von großem Interesse sind, so liegt dies an ihrer starken innertherapeutischen Wirkung bei lebenden Pflanzen. Die Stoffe werden sowohl durch die Wurzeln als auch über die Blätter aus wässerigen Lösungen aufgenommen und lassen sich drei bis vier Wochen nach der Applikation in den Pflanzen nachweisen. Für saugende und fressende Insekten sind derart vorbehandelte Pflanzen während dieses Zeitraumes giftig. Auch für menschliche Ernährung sind sie jedoch nicht unbedenklich. Aus dieser Gruppe hat das Oktamethyl-tetra-pyrophosphorsäureamid, das von der Pest Control Ltd., Cambridge, unter der Bezeichnung „Schradan" herausgebracht wurde, bereits größere praktische Anwendung gefunden.

Aus einem Mol Phosphoroxychlorid und drei Molen Triäthylphosphat stellte Schrader das Hexaäthyltetraphosphat her, das, wie oben gesagt, während des zweiten Weltkrieges als Nikotinersatzmittel verwendet wurde.

Den größten Erfolg bedeutete jedoch die Herstellung des O, O-Diäthyl-thiophosphorsäure-O-p-nitrophenylesters, der sich als überragend insektizid entpuppte. Die Herstellung kann durch Umsetzung des Chlor-thiophosphorsäure-diäthylesters mit p-Nitrophenolnatrium oder durch Umsetzen von Phosphortrichlorid mit p-Nitrophenol, Anlagern von Schwefel und anschließende Veresterung mit Natriumäthylat erfolgen. Naturgemäß kommt nur der erste Weg für die technische Fabrikation in Frage. Die als E 605 und Parathion allgemein bekannte Verbindung besitzt neben ausgezeichneten Kontaktgifteigenschaften auch Fraßgift- und Atemgiftwirkung. Die Wirkung von E 605 beruht vor allem auf einer Hemmung der Cholinesterase, die bekannt-

lich das Acetylcholin abbauende Ferment ist. Das Acetylcholin und das dazugehörige Ferment, die Cholinesterase, spielen auch im Insekten-Nervensystem eine bedeutende Rolle; daneben besitzt jedoch das Nervensystem der Insekten eine sensible Substanz, deren dazugehöriges Ferment von dem entsprechenden sensiblen Ferment der Menschen und der Wirbeltiere verschieden ist. Die cholinergische Wirkung von E 605 eröffnet auch für die Aufklärung der Wirkungsweise synthetischer Insektizide neue Gesichtspunkte.

Der p-Nitrophenyl-thiophosphorsäurediäthylester ist kein Universalinsektizid, wenn auch seine Wirkungsbreite außerordentlich groß ist. Die Resistenz eines der gefährlichsten tierischen Pflanzenschädlinge, des Kartoffelkäfers, gegenüber dieser Verbindung führte zur Entwicklung eines Cumarin-Derivates des Thiophosphorsäurediäthylesters, das durch Veresterung des aus Resorcin und Azetessigester leicht zugänglichen 4-Methyl-7-oxycumarin mit dem Diäthyl-thiophosphorsäuremonochlorid hergestellt wird. Dieses Produkt findet unter der Bezeichnung „E 838" und „Potasan" praktische Verwendung in Deutschland zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers.

Gerhard Schrader führt in seiner Monographie nur die nüchternen Formeln und die Wege, die zu ihnen führten, an und unterläßt es in seiner Bescheidenheit, auch nur anzudeuten, welche geniale Konzeption seinen Arbeiten zugrunde liegt. Es ist erstaunlich, in welch kurzer Zeit er diese mühevolle Arbeit bewältigen konnte, die nicht nur sehr beachtliche Fortschritte auf dem gesamten Gebiete der Schädlingsbekämpfung brachte, sondern darüber hinaus vollkommen neue Wege für die Bekämpfung tierischer Pflanzenschädlinge eröffnete.

F. Beran

Schober (K.): **Düngerlehre. Ein Handbuch für praktische Landwirte und Studierende.** Rudolf Bohmann Industrie- und Fachverlag, Wien-Heidelberg 1951, 255 S.

Österreich verbraucht jährlich nahezu 100.000 Tonnen Stickstoff-, Phosphor- und Kalidünger, auf reinen Nährstoff gerechnet, deren Wert in der Größenordnung von 100 Millionen Schilling liegt. Diese groben Zahlen allein erhellen schon die große volkswirtschaftliche Bedeutung des Düngeproblems, die noch mehr unterstrichen wird, wenn wir den wirtschaftlichen Effekt der Düngung in Erwägung ziehen.

Es ist daher selbstverständlich, daß die Düngung ein zentrales Problem der Landwirtschaft darstellt, das stets dem größten Interesse von Wissenschaft und Praxis begegnen muß. Die seit langem bekannten Beziehungen zwischen Resistenz, bzw. Anfälligkeit von Kulturpflanzen gegenüber Krankheitserregern und in beschränktem Maße gegenüber tierischen Schädlingen lassen die Frage der Düngung auch für den Pflanzenschutz als außerordentlich wichtig erscheinen, so daß es nicht unterlassen werden kann, im Rahmen unserer Zeitschrift auf vorliegende Neuerscheinung auf diesem Gebiete hinzuweisen, die größte Beachtung verdient.

Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, ein zusammenfassendes Nachschlage- und Lehrbuch zu schaffen, das in erster Linie für den praktischen Landwirt und für den Fachschüler bestimmt ist, ein Vorhaben, das Direktor Schober bestens gelungen ist.

Die übersichtliche Darstellung ist in drei große Abschnitte gegliedert: I.) Begriff und Zweck der Düngung. II.) Die Düngemittel. III.) Grundsätze für die Durchführung der Düngung. Im Anhang findet der Begriff der pH-Zahl, die Feststellung des Kalkdüngerbedarfs, die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens, die Probenahme für Bodenuntersuchungen und der Bau von Düngersammelanlagen Darstellung. Ab-

schließend werden in zahlreichen Tabellen wichtige Daten über das Düngerbedürfnis verschiedener Kulturpflanzen, über deren Reaktion, Ansprüche, über die Berechnung von Stallmistbedarf und Stallmisterzeugung, über den Verbrauch von Handelsdüngern in Österreich und deren Preise, über die Zusammensetzung wichtiger Kulturpflanzen, von Aschenbestandteilen verschiedener Pflanzen und eine Erklärung wichtiger Fachausdrücke gebracht.

Im zweiten Teil des Buches befaßt sich ein eigener kurzer Abschnitt mit dem Problem des Zusammenhanges zwischen Pflanzenkrankheiten und Düngung. Dieses komplexe Problem wird auf eine einfache, leicht verständliche, wenn auch nicht allgemein anwendbare Formel gebracht, indem auf die Tatsache hingewiesen wird, daß eine übermäßige Stickstoffdüngung vielfach die Anfälligkeit von Kulturpflanzen gegenüber Krankheiten erhöht, während Phosphor und Kali die Krankheitsresistenz im allgemeinen steigern. Auch der Einfluß der Kalkung auf das Krankheitsauftreten wird gestreift. Im folgenden Abschnitt findet die Frage der Spurenelemente und im Zusammenhang damit die der Mangelkrankheiten eine knappe, aber nichts Wesentliches übersehende Darstellung. Es werden die wichtigsten Erscheinungen des Bor-, Kupfer-, Mangan-, Zink-, Kobalt-, Molybdän-, Vanadium-, Magnesium-, Eisen- und Schwefelmangels beschrieben.

Zu loben ist auch die schöne Ausstattung des Buches, das gewiß als wertvolle Bereicherung unseres Fachschrifttums anzusehen ist.

F. Beran

Miles (M.): **Studies of British Anthomyiid flies. (Untersuchungen über britische Anthomyiden.)** Bull. Entomol. Res. 41, 2, 1950, 345–354.

Der erste Teil der Arbeit behandelt die beiden Arten Chortophila cilicrura und C. trichodactyla Rond., die jedoch bis zur Klärung der systematischen Verhältnisse vom Autor einheitlich mit C. cilicrura bezeichnet werden. Feuchte, auf irgend eine Art frisch bearbeitete Böden üben auf die Imagines große Anziehungskraft aus. Innerhalb von zwei bis drei Stunden nach der Bodenbearbeitung fanden sich die meisten Fliegen ein; sie entfalteten die größte Aktivität bei trocken-warmem, sonnigem Wetter. Bei Fängen betrug das Zahlenverhältnis Männchen zu Weibchen etwa 20 : 80. Unter optimalen Laborbedingungen lebten im Freiland gefangene Imagines bis zu 79 Tagen, wobei die Weibchen gewöhnlich eine längere Lebensdauer hatten. Die Eiablage erfolgte im Labor meist 2 bis 3 Tage nach dem Fang der Fliegen, doch wird in Übereinstimmung mit anderen Autoren für Freilandverhältnisse eine längere Zeitspanne zwischen Schlüpfen der Fliegen und Eiablage angenommen. Während 12 bis 28 Tagen wurden je Weibchen und Tag 0 bis 42 Eier abgelegt. Unter natürlichen Bedingungen werden die Eier überwiegend auf feuchtem, frisch umgebrochenem Boden abgesetzt. Die Larven schlüpften je nach Temperatur 2 bis 4 Tage nach der Eiablage; sie wurden mit Bruchstücken von Kohl u. a. ernährt. Junglarven scheinen nicht imstande zu sein, unbeschädigte Pflanzenteile anzugehen. Vollkommene Larvenentwicklung wurde auch in mit pflanzlichen Abfällen vermischtem Sand erzielt. Es wird daher angenommen, daß die Larven von C. cilicrura primär Verzehrer von sich zersetzenden organischen Substanzen sind und nur bei Nahrungsmangel lebende Pflanzen befressen. Die Larven machen drei Entwicklungsstadien durch, deren Dauer (insgesamt 8 bis 24 Tage) von Temperatur und Nahrung abhängt, und verpuppen sich schließlich im Boden. Die Puppenruhe dauert im Frühsommer 16 bis 21 Tage, im Herbst, bzw. Winter 5 Wochen bis über 5 Monate (Puppendiapause); gelegentlich schlüpfen während des Winters Imagines. Es

werden folgende Bekämpfungsmaßnahmen empfohlen: vorbeugende Maßnahmen zur Verhinderung der Eiablage gleichzeitig mit der Bodenbearbeitung: Anwendung von Oviziden und Larviziden innerhalb von zwei Tagen nach diesem Zeitpunkt. Der Fadenwurm Heterotylenchus aberrans Bovien wurde als Entoparasit der Imagines nachgewiesen.

Im Anschluß daran werden Biologie und Bedeutung der in Europa weit verbreiteten Pegohylemyia fugax Mg. besprochen, deren Larven vom Verf. in den Jahren 1945 bis 1948 an vielen Gemüsearten gefunden worden waren. Diese Art ähnelt der vorerwähnten in vieler Beziehung, doch wurden ihre Larven immer nur in bereits kranken Pflanzen gefunden. P. fugax wird daher als Saprophyt angesehen, der nur sekundär schädlich wird. O. Schreier.

Rivnay (E.): **The mediterranean fruit fly in Israel. (Die Mittelmeerfruchtfliege in Israel.)** Bull. Entomol. Res. 41, 2, 1950, 321—341.

Die Mittelmeerfruchtfliege (Ceratitis capitata) ist in Israel ein wichtiger Fruchtschädling, dessen Bedeutung durch die Neuauspflanzung verschiedener subtropischer Obstarten gesteigert wurde. Citrus-Kulturen gedeihen überwiegend während der winterlichen Ruheperiode von C. capitata und sind daher weniger gefährdet, während unter den Sommerfrüchten besonders Aprikosen, Pfirsiche u. a. befallen werden. In Laborversuchen dauerte das Eistadium bei 25 bis 26° C 2 bis 3 Tage, die mittlere Eizahl pro Weibchen betrug ca. 135. Mit Schädigung der Eier ist im Freiland durch niedere Temperaturen kaum, durch höhere Temperaturen eher zu rechnen. Die Luftfeuchtigkeit hat auf die Eientwicklung anscheinend wenig Einfluß. Die Entwicklungsdauer der Larven ist abhängig von der Temperatur (errechnetes Minimum 10 bis 11° C) und der Art der Nahrung. In frischen Feigen waren die Larven nach 6, in Äpfeln erst nach 20 Tagen voll entwickelt. Als wesentlich werden die physikalische Beschaffenheit und der Zuckergehalt des Fruchtgewebes angesehen. Beginnende Fruchtgärung hemmt die Entwicklung. Das Gedeihen des Puppenstadiums ist lediglich von Klimafaktoren abhängig (Temperaturminimum bei 11° C). Verschieden lange Einwirkung höherer Temperaturen hatte hohe Puppenmortalität zur Folge (z. B. 80% bei einstündiger Einwirkung von 46° C), woraus die große Puppensterblichkeit während der Sommermonate im Freiland verständlich wird. Die Imagines haben bei 16° C ihr Aktivitätsminimum, bei 16 bis 19° C die längste Lebensdauer (Maximalwert etwa 7 Monate). Für die Eireife in den Ovariolen sind 27 bis 30° C optimal, bei 18 bis 22° C trat Entwicklungsstillstand, bei 33 bis 34° C Entwicklungsschädigung ein. Opius sp. (Hymenopt.) wurde als Larvenparasit festgestellt, dem aber keine Bedeutung beigelegt wird. Durch Fänge von Fliegen wurden während der Jahre 1937 bis 1944 die Populationsschwankungen im Jahresablauf in den Küstenniederungen, im oberen Jordantal und in hügeligem Gelände verfolgt. Es ergab sich, daß das Ausmaß der Fluktuation von klimatischen Faktoren und vom Vorhandensein geeigneter Früchte bestimmt wird. O. Schreier

Becker (H.): **Untersuchungen über das Mikroklima einiger Blattgallen.** Anz. f. Schädlingsk. 9, 1950, 129—131.

Durch thermoelektrische Messungen wird festgestellt, daß bei Sonnenbestrahlung die Temperatur in von Tieren verursachten Blattgallen höher ist als diejenige gesunder Blätter, bzw. der umgebenden Luft. Es wurden folgende durchschnittliche Übertemperaturen (im Vergleich zur Lufttemperatur) bestimmt: Blattrollgallen von Brachycaudus cardui L.

an Pflaume +4,5° C, Blasengallen von Cryptomyzus ribis L. an Johannisbeere +4.4° C, Filz- und Blasengallen von Eriophyes vitis Pgst. an Reben +4.1° C; geschlossene Gallen von Pediaspis aceris Först. an Blattunterseite von Acer pseudoplatanus L. und von Diplolepis divisa Htg. an Blattunterseite von Eiche +3° C, von Miciola fagi Htg. an Blattoberseite von Buche +5,3° C. Die Temperatur in Blasen- und Rollgallen folgt Temperaturschwankungen der Umgebung rascher als in geschlossenen Gallen. Äußere Befeuchtung der Blasengallen von Cryptomyzus ribis mit verschieden warmem Wasser ergab zunächst ein Absinken der Gallentemperatur unter die der Luft (Verdunstungskälte — Ref.), nach etwa drei Minuten eine gleichsinnige Rückkehr zum ursprünglichen Temperaturniveau. — Es wird gefolgert, daß in Gallen ein vom Mikroklima verschiedenes Gallenklima herrscht, welches für die Biologie des Gallenbewohners bestimmend ist und daher auch bei speziellen Studien berücksichtigt werden muß. O. Schreier

Haine (E.): **Kurzer Bericht über einen Goldafterbekämpfungsversuch.** Anz. f. Schädlingskunde **23**, 1950, 163—165.

Ein starkes Auftreten von Euproctis chrysorrhoea L. auf der Nordseeinsel Borkum veranlaßte die Verf., Bekämpfungsversuche gegen diesen Schädling auszuführen. Die neuen Kontaktinsektizide sowie Gelbspritzmittel, Gelböle und Kalkarseniat wurden gegen verschiedene Raupenstadien geprüft. Die Versuchsergebnisse sind in Tabellenform zusammengefaßt. Gegen die Jungraupen zeigten sich Spritz- und Stäubegesarol, Gesapon, E 605-f, E-605-Staub und auch die Winterspritzmittel Obe gelb „Diodendrin", Gelböl „Paranicrol" und das Dinitrokresolpräparat „Detal" voll wirksam. Hingegen konnten weder mit den Hexaverbindungen „Viton N", „Gamma Nexit" und „DKH-Staub L 20" und mit Kalkarseniat befriedigende Erfolge erzielt werden. Die älteren Raupenstadien erwiesen sich gegen chemische Behandlungen weit resistenter, so daß mit Spritzgesarol, Gesapon, E 605 f und E-605-Staub erst nach 6 Tagen eine teilweise Abtötung zu erreichen war, während Hexa- und Arsenverbindungen sich als völlig wirkungslos zeigten. Der Praxis wird empfohlen, die Vernichtung der Goldafterraupen kurz vor Knospenaufbruch, sobald die jungen Räupchen ihr Winternest verlassen haben, mit einem der genannten Winterspritzmittel vorzunehmen. Ist dies, wegen des zu weit vorgeschrittenen Knospenaustriebes, nicht mehr möglich, so soll, möglichst frühzeitig, mit E 605 oder Gesarol gespritzt werden. H. Böhm

Kaven (G.): **Bodenbearbeitung und Schädlingsbekämpfung.** Anz. f. Schädlingsk. **23**, 1950, 172—173.

Bei der Untersuchung der Bedeutung der Bodenbearbeitung für die Schädlingsbekämpfung unterscheidet Verfasser im Boden drei Gruppen von Schädlingen: 1. Ausgesprochene Wurzelfresser (Engerlinge, Drahtwürmer, Kohlschnaken, Haarmücken u. a.), 2. Schädlinge, die von unterirdischen und bodennahen Teilen der Pflanzen leben (Erdraupen, Asseln, Älchen, Kohlschaben, Kohlrüßler u. a.), 3. Schädlinge, die sich nur zur Verpuppung, Überwinterung usw. im Boden aufhalten (Kirschfliege, Frostspanner u. v. a.). Neben der Anwendung von Insektiziden sollte auch die Möglichkeit der Bekämpfung solcher Schädlinge durch geeignete Bodenbearbeitung nicht übersehen werden. Die Frage wird näher erörtert, wie weit eine Vernichtung gewisser Bodenschädlinge durch tiefes Pflügen möglich ist. Abgesehen von den mechanischen Schädigungen ist das Tiefpflügen für dauernd im Boden lebende Schädlinge wie Engerlinge und Drahtwürmer praktisch bedeutungslos. Aber auch zarte Insekten, die sich ganz in der Nähe der Oberfläche

verpuppen, sind in der Lage, selbst aus Tiefen von 90 cm die Oberfläche noch zu erreichen. So z. B. die Möhrenfliege und die Drehherzmücke. Bei den Erdraupen erreicht man durch das Tiefpflügen geradezu das Gegenteil des angestrebten Zieles: Die Raupen überstehen den Winter in den gleichmäßigen Temperaturverhältnissen größerer Tiefen anscheinend besser als in der Nähe der Oberfläche. Etwas ungünstiger liegen die Verhältnisse für die Larven verschiedener Blatt- und Gespinstwespen, da sie bei der Überwinterung größere Sauerstoffmengen als andere Insekten nötig haben. W. Faber

Moericke (V.): **Wo entstehen Gynoparen und Männchen der Pfirsichblattlaus (Myzodes persicae Sulz.)?** Nachrichtenbl. d. Deutschen Pflanzenschutzdienstes 7, 1950, 99—102.

Die herbstliche Rückwanderung der Pfirsichblattlaus von den Sommerwirten zum Pfirsich erfolgt durch „Herbstformen" (geflügelte Gynopare und Männchen), wobei letztere ein späteres Maximalauftreten zeigen. An einigen Stellen im Rheinland wurde zwischen 12. Oktober und 14. Dezember 1949 untersucht, welchen prozentuellen Anteil („mittlere Herbstformenzahl") die Herbstformen an der gesamten M. persicae-Population verschiedener krautiger Pflanzen haben. Es zeigte sich, daß die mittlere Herbstformenzahl für Tomate, Kartoffel und Beta-Rüben ganz wesentlich höher ist als für Rosen-, Wirsing- und Krautkohl. Dieses Ergebnis dürfe jedoch nicht als allgemein gültiges Kriterium für die Produktion von Herbstformen an den genannten Pflanzen angesehen werden, da die Bedeutung der Sommerwirte als Ausgangspunkt für die spätere Wintereiablage am Pfirsich auch von deren absoluten Befallshöhe und Größe des Bestandes abhängig sei. Für die Ausbildung von Gynoparen und Männchen ist nach Börner der Reifezustand der Wirtspflanzen bestimmend; dies könnte die relativ große Herbstformenzahl an Tomate und Kartoffel, nicht aber an Beta-Rüben erklären. Das Bestehen zweier M. persicae-Rassen — einer anholozyklischen und einer holozyklischen — wird in Übereinstimmung mit anderen Autoren für möglich gehalten. Die Wichtigkeit des Kohls als Winterwirt und damit Verbreitungszentrum der Virginogenien erfährt durch die vorliegenden Ergebnisse keine Einschränkung. O. Schreier

Hexa, der neue Weg in der Schädlingsbekämpfung

Hexaterr-Streumittel, gegen Engerlinge und Drahtwürmer
Hexamul-Spritz-Emulsion, gegen Blattläuse, Blutläuse, Blütenstecher usw.
Hexalo-Spritzmittel, gegen Maikäfer usw.
Hexafum-Räucherpatrone für Glashaus, Frühbeete usw.
Sum-Spritzmittel, zur Stallfliegenbekämpfung
Hexa-Mittel sind ungiftig, verläßlich wirksam und sehr billig im Gebrauch

Erhältlich in den Fachgeschäften und landwirtschaftlichen Genossenschaften

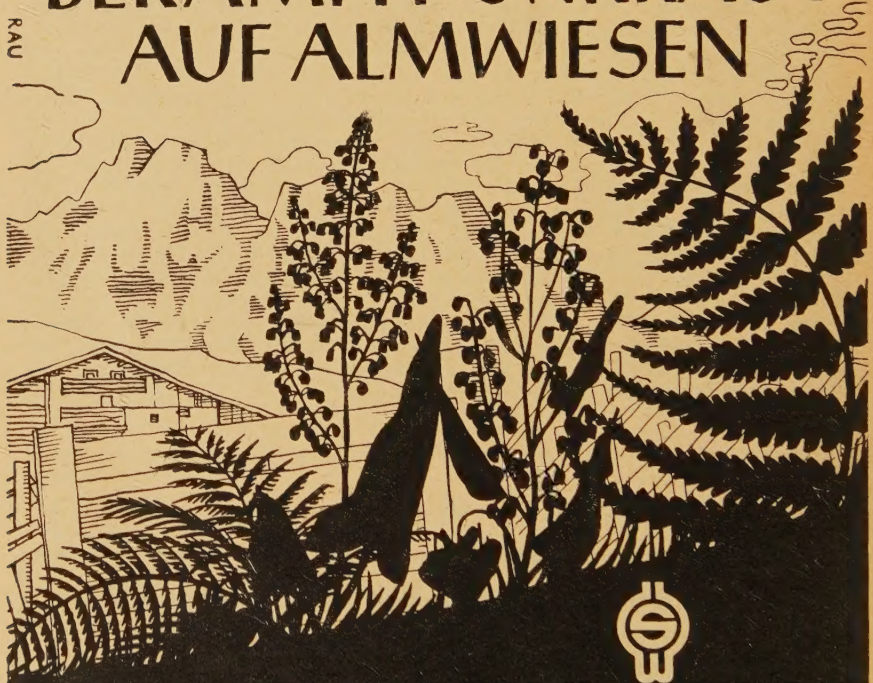
Arbeitsgemeinschaft der Firmen:

Carbolineumfabrik **R. Avenarius,** Wien 1., Burgring 1
„Agro", Bautenschutz- und Pflanzenschutz-Ges. m. b. H., Wels, Wiesenstraße 84
Fattinger, Kommanditgesellschaft, Stübing ob Graz

DICOPUR

LINZ

BEKÄMPFT UNKRAUT
AUF ALMWIESEN



ÖSTERREICHISCHE STICKSTOFFWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT LINZ

Eigentümer, Verleger und Herausgeber: Bundesanstalt für Pflanzenschutz, verantwortlicher Redakteur: Dr. Ferdinand Beran, beide Wien II., Trunnerstr. 1. — Druck: Genossenschaftsdruckerei Raiffeisen m. b. H., Wien XVIII., Theresiengasse 58.

SHELL

D-D (BODENENTSEUCHUNGSMITTEL zur Bekämpfung von Engerlingen und Drahtwürmern)
AMTL. PFL.-REG. NR. 184

SHELLESTOL (NETZMITTEL, als Zusatz für Sommerspritzmittel) AMTL. PFL.-REG. NR. 143

SHELLESTONE (Wuchsstoffpräparat zur Verhütung von vorzeitigem Fruchtfall)

DYTROL (DNC-WINTERSPRITZMITTEL, GELBÖL)
AMTL. PFL.-REG. NR. 103

SHELL MINERALÖL AKTIENGESELLSCHAFT, WIEN I
SCHUBERTRING 14 TELEPHON R 22-5-60

Gegen Engerlinge und Drahtwürmer

Gegen Kräuselkrankheit
SULFBARIT

Gegen San José - Schildlaus
DOBOL oder
DOBOL - M

Gegen Haus- und Feldmäuse
MATA GIFTKÖRNER

Asid

ABT. PFLANZENSCHUTZ UND SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG
WIEN II/27

NEU NEU

Seit 1866 Seit 1866

Höhere Ernten durch Unkrautbekämpfung

mit der **neuen** Universal-Motorspritze

DK 202

Geprüft von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien und von der Bundesversuchsanstalt in Wieselburg — Subventionstype

KONRAD ROSENBAUER, LINZ

Wien — Graz — Klagenfurt — Bregenz

Kauf Schädlingsbekämpfungsmittel bei Deiner Genossenschaft!

Seit über 50 Jahren besorgen die landwirtschaftlichen Ein- und Verkaufsgenossenschaften den gemeinsamen Einkauf landwirtschaftlicher Betriebserfordernisse, darunter auch

Schädlingsbekämpfungsmittel

Mehr als 850 Lagerhäuser, Filialen und Abgabestellen sind in neun Genossenschaftsverbänden in den einzelnen Bundesländern vereinigt, welche sich wieder in der genossenschaftlichen Spitzenzentrale, der

Warenzentrale österreichischer Verbände landwirtschaftlicher Genossenschaften - WÖV r. G. m. b. H.

Wien I., Neuer Markt 2

zusammengeschlossen haben.

Eigentümer, Verleger und Herausgeber: Bundesanstalt für Pflanzenschutz, verantwortlicher Redakteur: Dr. Ferdinand Beran, beide Wien II., Trunnerstraße 1. Druck: Genossenschaftsdruckerei Raiffeisen m. b. H., Wien XVIII., Theresiengasse 58